

UMA ANÁLISE DAS METODOLOGIAS UTILIZADAS EM TESES PARANAENSES QUE ABORDARAM A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO TEMÁTICA NO PERÍODO DE 2008 A 2018

AN ANALYSIS OF METHODOLOGIES USED IN PARANESE THESES APPROACHING A MATHEMATICAL MODELING AS THEMATIC FROM 2008 TO 2018

JUNIOR, Marlon Luiz Dal Pasquale¹

VERTUAN, Rodolfo Eduardo²

RESUMO

Esta pesquisa decorre de reflexões empreendidas na disciplina de Pesquisa em Educação em Ciências e Educação Matemática do programa de mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Unioeste, Campus de Cascavel - PR. Considerando a importância das pesquisas que partilham do mesmo tema que temos estudado nos últimos anos, a Modelagem Matemática, decidimos analisar as metodologias de pesquisa das teses paranaenses sobre Modelagem Matemática de programas de pós-graduação paranaenses de Educação e de Ensino de Ciências e Educação Matemática. O presente trabalho se constituiu uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de conhecer o tratamento que foi dado para os dados, as ferramentas e as teorias utilizadas por pesquisadores paranaenses que, em suas teses, realizadas no período de 2008 a 2018. Para tanto, foram feitas buscas no Banco de Teses da Capes no período de 2008 a 2018, identificando-se 20 teses produzidas nesse intervalo. O objetivo deste artigo é de revelar as metodologias, instrumentos de análises e referenciais teóricos utilizados nestas pesquisas. De modo geral, descobrimos que a maioria das pesquisas se amparam na *Grounded Theory* ou na fenomenologia para investigar dados coletados por meio da aplicação de atividades com sujeitos, ou ainda, analisando relatos e outras produções escritas. Na maioria das pesquisas foram usados gravadores de áudio ou filmadora, porém em uma tese foi utilizado um software chamado Apowersoft. O software permite fazer gravações de tudo que os sujeitos fazem enquanto resolvem atividades usando computadores, onde o software ainda permite a gravação de áudio e vídeo.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Pesquisa Qualitativa. Teses.

ABSTRACT

This research stems from reflections undertaken in the discipline of research in education in science and mathematical education of the master's program in science teaching and mathematical education of Unioeste, Campus de Cascavel - PR. Considering the importance of researches that share the same theme that we have studied in recent years, the mathematical modeling, we decided to analyze the research methodologies of the Parana theses on mathematical modeling of Parana graduate programs of education and teaching of science and mathematical education. The present work constituted a bibliographic research with the objective of knowing the treatment that was given to the data, the tools and the theories used by researchers from Paraná that, in their theses, carried out from 2008 to 2018. Searches in the Capes Thesis Bank from 2008 to 2018, identifying 20 theses produced in this interval. The aim of this paper is to reveal the methodologies, analysis tools and theoretical references used in these researches. In general, we find that most research relies on grounded theory or phenomenology to investigate data collected through the application of activities with subjects, or by analyzing reports and other written productions. In most researches were used audio recorders or camcorder, but in one thesis was used a software called Apowersoft. Software allows you to record everything your subjects do while doing activities using computers, where the software still allows you to record audio and video.

Keywords: Mathematical Modeling. Qualitative Research. Theses.

¹ Mestre em Educação em Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Docente na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e na Universidade Estadual do Paraná (Unespar), Campo Mourão, Paraná, Brasil. Endereço eletrônico: marlondpasquale@gmail.com.

² Doutor em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Docente na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Toledo, Paraná, Brasil. Endereço eletrônico: rodolfovertuan@yahoo.com.br.

1 INTRODUÇÃO

Segundo André (2006), as metodologias de pesquisa e análise qualitativas são recentes na área da Educação. A autora destaca que essas metodologias e demais instrumentos começaram a surgir com mais frequência entre as pesquisas a partir dos anos de 1980. Houser (2016) e Hessen (1980) explicam que antes da década de 1980 existia uma predominância das tendências positivistas, em que as ferramentas eram provenientes das ciências naturais e principalmente da matemática. A partir da década de 1980, novos entendimentos passam a ser vislumbrados para as pesquisas. Na área da educação, passou-se a considerar que, de fato, muitos aspectos das pesquisas não poderiam ser quantificados e que quando quantificados acabavam por ocultar elementos importantes, como, por exemplo, o caráter subjetivo.

Souza (2006) explica que esse foi o momento em que os pesquisadores compreenderam que a pesquisa não se encontra unicamente nos métodos quantitativos, ou seja, existem situações que demandam dos conhecimentos dos estudos qualitativos e não-positivistas. Como destaca André (2006), Tremblay (2008) e Souza (2006), nos estudos qualitativos as pesquisas se atem aos aspectos subjetivos, ou ainda, tudo que é passível de revelar as ações, sensações e opiniões dos sujeitos da pesquisa.

Segundo André (2006), é sob essa nova perspectiva para a pesquisa que começam a se popularizar nos cursos de pós-graduação a análises de conteúdo, análises do discurso, estudos etnográficos, estudos de caso, pesquisas participante e pesquisa ação. Tremblay (2008) explica que de forma geral estas ferramentas necessitavam da descrição detalhada do que era presenciado pelo pesquisador tanto dos sujeitos quanto do ambiente. Por esse motivo tornou-se cada vez mais comum o uso de gravadores de áudio e também vídeo para que os pesquisadores pudessem transcrever com detalhes, por exemplo, entrevistas.

Dada nossa intenção, realizamos buscas em bibliografias especializadas, encontrando poucos referenciais nacionais que abordavam a mesma temática de pesquisa, criatividade e Modelagem Matemática. O que encontramos foram os trabalhos de Gontijo (2006, 2007, 2015) e Gontijo, Silva e Carvalho (2012), que abordam o tema criatividade em Matemática. Por esse motivo, investigar a criatividade em Modelagem Matemática se constituiu um desafio, tanto na parte teórica quanto na escolha da metodologia de coleta e análise de dados. Por este motivo, o presente trabalho se constituiu de uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de conhecer o tratamento que foi dado para os dados de pesquisas em modelagem matemática, bem como, as ferramentas utilizadas por pesquisadores paranaenses que, em suas teses, realizadas no período de 2008 a 2018. Em 2008, temos a primeira tese com essa temática no Paraná. Escolhemos apenas as teses produzidas no Paraná por conta do tempo.

Vale ressaltar que analisamos estes documentos como um todo, isto é, a leitura não foi feita apenas nos capítulos que tratavam dos instrumentos metodológicos. Pois como nos atenta Flick (2009), os documentos devem ser vistos como uma forma de contextualização da informação. Não devem ser usados como “contêineres de informação”, devem ser vistos e analisados como dispositivos comunicativos metodologicamente desenvolvidos como um todo na construção de versões sobre determinados eventos (FLICK, 2009, p. 234).

A seguir apresentaremos um quadro das teses, bem como suas respectivas metodologias de pesquisa. Na sequência, finalizamos o presente artigo discutindo as escolhas metodológicas que consideramos pertinentes à nossa pesquisa.

2 AS METODOLOGIAS EMPREGADAS EM TESES PARANAENSES

Neste artigo foram analisadas vinte teses paranaenses defendidas em um período de dez anos, de 2008 a 2018, que partilham do mesmo tema, a Modelagem Matemática. Em 2008, temos a primeira tese com essa temática no campo da Educação Matemática. As teses foram encontradas no Banco de Teses da Capes³ dos seguintes programas de doutorado: Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Educação da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Maringá (UEM) e Educação da Universidade Federal (UFPR). Escolhemos analisar apenas as teses produzidas no Paraná por conta do tempo que tivemos.

Após a leitura completa de cada uma das teses verificou-se, de modo geral, que nestas teses foram empregados diversos tipos de coleta e análise de dados, lançando diferentes olhares para a Modelagem Matemática, variando desde pesquisas de campo, participante e observadora, até pesquisas bibliográficas do estado da arte.

Na sequência apresentaremos um quadro com as metodologias de pesquisa de cada uma das vinte teses analisadas. Neste quadro destacamos o programa de doutorado e a instituição onde a pesquisa ocorreu, bem como, o autor e seu respectivo orientador.

Quadro 1: Metodologias utilizadas nas teses.

Prog./Inst.	Título/Autor/Orient./Ano	Metodologia
Educação - Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)	Práticas de Modelagem Matemática no âmbito do Ensino Fundamental: um olhar a partir de relatos de experiência – Marinês Avila de Chaves Kaviatkovski/ Dionísio Burak (2017)	Nesta tese os pesquisadores buscaram investigar que aspectos se mostram das práticas de Modelagem Matemática no Ensino Fundamental. Para tanto, os pesquisadores empreenderam uma pesquisa bibliográfica a partir dos relatos de experiências publicados nos eventos CNMEM ⁴ , ENEM ⁵ , EPMEM ⁶ e EPREM ⁷ acerca de atividades com Modelagem Matemática. A metodologia de análise utilizada foi a Análise de Conteúdo de Bardin (2011) juntamente com os pressupostos da meta-análise de Larocca, Rosso e Souza (2005). Por conta do volume de materiais, um total de 76 relatos de experiência, os pesquisadores fizeram o uso do software <i>Atlas ti</i> para facilitar as fases da análise de conteúdo.
	A Modelagem Matemática na Educação Matemática como eixo metodológico da prática do professor de matemática – Carlos Roberto Ferreira/ Dionísio Burak (2016)	Neste trabalho os pesquisadores buscaram compreender o que se mostra na prática de professores que escolheram predominantemente a Modelagem Matemática como eixo metodológico de ensino. A pesquisa foi desenvolvida a partir da concepção de pesquisa participante, sendo os sujeitos três professores da Educação Básica que utilizavam predominantemente a Modelagem Matemática em suas aulas. Os dados foram coletados a partir da gravação de áudio e diário de campo do pesquisador ao longo das aulas em que os sujeitos empreendiam práticas de Modelagem Matemática com seus alunos. A análise dos dados

³ <http://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/>

⁴ Conferência Nacional sobre Modelagem Matemática na Educação Matemática.

⁵ Encontro Nacional de Educação Matemática.

⁶ Encontro Paranaense Modelagem na Educação Matemática.

⁷ Encontro Paranaense de Educação Matemática.

		<p>aconteceu em duas frentes, uma usando a <i>Grounded Theory</i> e a Etnografia. Para facilitar a organização dos dados, os pesquisadores utilizaram o software <i>Atlas ti</i> em conjunto com as duas ferramentas de análise já suscitadas.</p>
	<p>Modelagem Matemática na formação inicial de pedagogos - Vantielen da Silva/ Dionísio Burak (2018)</p>	<p>Nesta pesquisa os sujeitos foram alunos do curso de pedagogia da Unicentro que tiveram contato com a Modelagem Matemática por meio do estágio ou de cursos de extensão. A pesquisa aconteceu em duas fases. Na primeira fase a pesquisadora fez um estudo exploratório com acadêmicos que participavam dos projetos de extensão que abordavam Modelagem Matemática. Neste primeiro momento foram feitas observações e entrevistas durante os encontros do projeto. A pesquisadora também ressalta que tinha experiências anteriores com o projeto e que isso auxiliou durante a elaboração da questão da pesquisa. Por meio destas informações preliminares e amparados na fenomenologia os pesquisadores definiram a questão da sua pesquisa: O que se mostra no discurso dos alunos do curso de pedagogia da Unicentro sobre Modelagem Matemática para a sua formação? A segunda fase da pesquisa consistiu na organização das observações, coleta de dados e análises. No total participaram da pesquisa 26 sujeitos divididos em tres grupos: I) Participantes do curso de extensão (14 acadêmicos); II) Participantes do curso de extensão que realizaram atividades de modelagem matemática em seus estágios (3 acadêmicos) e III) Alunos que não participaram do curso, mas realizaram trabalhos no estágio ou para o TCC envolvendo modelagem matemática (9 acadêmicos). A pesquisadora participou do curso de extensão observando e coletando os áudios dos encontros que abordavam a modelagem matemática trabalhando assim com os grupos I e II. Já para o grupo III foram feitas entrevistas, bem como, analisado seus trabalhos que envolviam modelagem matemática. Todos estes dados foram organizados utilizando o software <i>Atlas ti</i> e a análise feita com base na fenomenologia. Após toda análise e reflexão, os pesquisadores conseguiram encontrar cinco categorias para responder a sua questão de pesquisa.</p>
	<p>Avaliação para a aprendizagem em Modelagem Matemática na Educação Matemática: elementos para uma teorização - Gabriele Granada Veleda/ Dionísio Burak (2018)</p>	<p>Neste trabalho os pesquisadores decidiram investigar a avaliação em atividades de Modelagem Matemática. Os pesquisadores apontam que esse é um tema pouco explorado nas pesquisas em Modelagem Matemática e que haviam apenas cinco trabalhos com a mesma temática. Os sujeitos da pesquisa foram uma professora do 7º ano e sua turma com 24 alunos. A pesquisadora acompanhou as aulas da professora gravando os áudios e fazendo anotações durante um periodo de seis meses. Nesse período a professora desenvolveu três atividades de modelagem com seus alunos. A pesquisadora participou do desenvolvimento das atividades, o que constitui momentos de pesquisa</p>

		<p>ação. Foram coletados os áudios e resoluções dos alunos. Além disso, a pesquisadora explica que acompanhou o preparo e a correção das atividades. Para analisar todos os dados a pesquisadora se amparou na <i>Grounded Theory</i> e também na perspectiva de modelagem proposta por Burak. A partir das análises a pesquisadora faz algumas constatações acerca dos elementos que devem ser considerações durante a avaliação de atividades de modelagem, bem como, questões que ainda precisam ser investigadas.</p>
	<p>Modelagem Matemática sob a ótica da teoria dos registros de representação semiótica e da educação dialógica - Helaine Maria de Souza Pontes/ Celia Finck Brandt (2018)</p>	<p>Neste trabalho, os pesquisadores escolheram a metodologia de estudo de caso etnográfico e se ampararam na Teoria dos Registros de Representação Semiótica e nos trabalhos de Paulo Freire para investigar a aprendizagem sob a perspectiva cognitiva e social. Para responder as questões deste trabalho, a pesquisadora observou, participou e coletou dados nas aulas de matemática de uma professora do ensino fundamental. A pesquisadora ficou um total de cinco meses coletando dados em três turmas da professora. Nesta pesquisa houve participação da pesquisadora junto com a professora durante o desenvolvimento das atividades de modelagem. As três turmas totalizavam 85 alunos e em cada fase da pesquisa eram aplicados questionários aos alunos. Cada aluno respondeu um total de 78 questões, assim o total de registros era de 6630. Além disso, foram gravados os áudios de todas as aulas. Para tornar possível a análise dos dados, os pesquisadores escolheram apenas uma turma com 32 alunos do nono ano. Com base nos questionários, registros escritos, áudios coletados e anotações da pesquisadora, e amparados nas teorias suscitadas anteriormente, os pesquisadores categorizaram diversas respostas e considerações para as questões da pesquisa.</p>
<p>Universidade Federal do Paraná Campus de Curitiba (UFPR)</p>	<p>Uma reconstrução epistemológica do processo de Modelagem Matemática para a educação (em) matemática – Leônia Garbado Negrelli/ José Carlos Cifuentes(2008)</p>	<p>Nesta tese os pesquisadores buscaram desvelar e responder inquietações ontológicas acerca de elementos da Modelagem Matemática. Para isto esta pesquisa se amparou em textos clássicos a respeito de Modelagem Matemática e da Epistemologia Tradicional, por este motivo a pesquisa foi de cunho bibliográfico.</p>
<p>Universidade Estadual de Londrina (UEL)</p>	<p>Modelagem Matemática, Aprendizagem Significativa e Tecnologias: articulações em diferentes Contextos Educacionais – Adriana Helena Borssoi/ Lourdes Maria Werle de Almeida (2013)</p>	<p>Nesta tese os pesquisadores analisaram questões em torno de ambientes de Modelagem Matemática que dispõem de recursos tecnológicos, nesse contexto, foram analisadas questões do tipo, “de que forma os estudantes se apropriam das tecnologias durante as atividades de Modelagem Matemática?”. A pesquisa se caracteriza como uma pesquisa participante, sendo que, a pesquisadora atuou com três grupos distintos de sujeitos, totalizando noventa participantes. A coleta de dados ocorreu por meio de gravação de áudio e anotações no diário de campo da pesquisadora. Para a análise dos dados, foi utilizada a <i>Grounded Theory</i>. A organização dos</p>

	dados ficou por conta do software <i>Atlas ti</i> , por conta do volume de dados coletados.
Configurações de modelagem matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental – Emerson Tortola/ Lourdes Maria Werle de Almeida (2016)	Nesta tese os pesquisadores buscaram investigar questões acerca de atividades de Modelagem Matemática com alunos do Ensino Fundamental. Sob a perspectiva da pesquisa participante, o pesquisador coletou dados de um total de 118 sujeitos, alunos do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental. A coleta de dados ocorreu por meio de gravações de áudio e vídeo, produção escrita dos sujeitos e diário de campo do pesquisador. A organização dos dados ocorreu segundo a Análise de Conteúdo de Bardin (2011), já a análise sob a perspectiva de Wittgenstein acerca da linguagem.
Uma interpretação semiótica de atividades de Modelagem Matemática: implicações para a atribuição de significado – Karina Alessandra Pessôa da Silva/ Lourdes Maria Werle de Almeida (2013)	Nesta tese os pesquisadores buscaram investigar, amparados pela Semiótica Peirciana, a interpretação semiótica de vinte alunos do quarto ano de um curso de Licenciatura em Matemática, sujeitos da pesquisa, durante atividades de Modelagem Matemática. A coleta de dados ocorreu por meio de gravações de áudio, materiais dos alunos e o diário de campo da pesquisadora. Para a organização e análise dos dados foi escolhida a <i>Grounded Theory</i> , onde posteriormente os dados foram analisados sob a perspectiva da Semiótica Peirciana.
As funções dos signos em atividades de modelagem matemática – Michele Regiane Dias Veronez/ Lourdes Maria Werle de Almeida (2013)	Os pesquisadores deste trabalho buscaram investigar como o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática se relaciona com as funções semiótica e epistemológica dos signos. Por esse motivo, a pesquisa estava amparada na Semiótica Peirciana. Os sujeitos da pesquisa foram quinze alunos da disciplina de Introdução a Modelagem Matemática de um curso de Licenciatura em Matemática. A coleta de dados aconteceu em duas frentes, a primeira a partir das gravações de áudio e anotações no diário de campo da pesquisadora. E em uma segunda fase, com as entrevistas do tipo semi-estruturadas. Para a análise dos dados foi utilizada a Análise de Conteúdo de Bardin (2011).
Modelagem Matemática: um Estudo das Interações Sociais neste Contexto – Elaine Cristina Feruzzi/ Lourdes Maria Werle de Almeida (2016)	Pesquisa do tipo participante com alunos do Ensino Superior. Neste trabalho os pesquisadores buscaram investigar sob a ótica da teórica de Noreen Webb e Anna Sfard as interações que emergem durante o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática. A coleta de dados aconteceu por meio de gravadores de áudio e filmadoras, material produzido pelos sujeitos e anotações no diário de campo da pesquisadora. A análise dos dados foi pautada na Análise Focal e Análise Preocupacional de Noreen Webb e Anna Sfard.
Práticas de Monitoramento Cognitivo em Atividades de Modelagem Matemática – Rodolfo Eduardo	Nesta tese os pesquisadores buscaram investigar como os alunos monitoram as próprias ações cognitivas por meio de atividades de Modelagem Matemática. Amparados nos estudos sobre metacognição de Flavell e Wellman e J.C Tovar Gálvez, os pesquisadores investigaram os

	Vertuan/ Lourdes Maria Werle de Almeida (2013)	aspectos suscitados em treze sujeitos, do Ensino Médio e Superior. A pesquisa se caracterizou como pesquisa participante, onde o próprio pesquisador foi a campo tanto para aplicar e mediar às atividades, quanto para coletar os dados por meio da experiência direta. A coleta de dados aconteceu por meio de gravações de áudio, fotocópias das atividades realizadas pelos sujeitos e o diário de campo do pesquisador. A análise dos dados aconteceu a partir das teorias adotadas de Flavell e Wellman e J.C Tovar Gálvez, contemplando em um primeiro momento uma análise do tipo específica e outra, posteriormente, do tipo global.
	A Matemática em atividades de Modelagem Matemática: uma perspectiva Wittgensteiniana – Bárbara Nivalda Palharini de Sousa/ Lourdes Maria Werle de Almeida (2017)	Neste trabalho os pesquisadores buscaram investigar o uso da linguagem e de procedimentos matemáticos durante o desenvolvimento de atividade de Modelagem Matemática. Os sujeitos da pesquisa foram treze alunos do curso de Licenciatura em Matemática da disciplina de EDOs (Equações Diferenciais Ordinárias), ministrada pela própria pesquisadora. Inicialmente foi aplicado um questionário aos sujeitos com a finalidade de obter informações a respeito da afinidade que cada um deles tinha com situações de Modelagem Matemática. A primeira fase ajudou a pesquisadora a conhecer melhor os participantes. Para analisar a problemática suscitada, os pesquisadores aplicaram diversas atividades Modelagem Matemática com os sujeitos. É interessante destacar que os pesquisadores também empreendiam entrevistas semi estruturadas com os sujeitos acerca do desenvolvimento das atividades de Modelagem Matemática. Esta tarefa ajudava a produzir mais dados para a pesquisa. A análise dos dados foi feita sob a perspectiva da Análise de Práticas Discursivas.
	Um olhar sobre o <i>Fazer</i> Modelagem Matemática à luz da filosofia de Wittgenstein - Henrique Cristiano Thomas de Souza/ Lourdes Maria Werle de Almeida (2018)	Neste trabalho os pesquisadores investigaram questões relacionadas ao seguir regras dos alunos, bem como, o entedimento destes alunos durante o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática. Para investigar estas questões os pesquisadores consideraram como sujeitos da pesquisa seis alunos da disciplina de Modelagem Matemática de um curso de licenciatura em matemática do quinto período. A pesquisadora e a professora elaboraram seis atividades para os alunos desenvolverem em duplas ao longo do semestre. A primeira atividade foi feita juntamente com os alunos para destacar as fases da modelagem matemática. Já as demais atividades foram feitas pelas duplas. As aulas aconteceram em um laboratório de informática para que os alunos utilizassem a internet ou softwares matemáticos. Enquanto as duplas utilizavam os computadores era feita a gravação da tela do computador pelo software <i>Apowersoft</i> . Este programa permitia a gravação da tela do computador com todos os passos que os alunos estavam fazendo, assim como o áudio por meio do microfone instalado pela pesquisadora. Esta

		<p>estrategia permitiu capturar em detalhes os passos de cada dupla durante o desenvolvimento das atividades. Para a análise dos dados os pesquisadores se amparam em Wittgenstein.</p>
	<p>Modelagem Matemática e Construção Epistemológica de Modelos Científicos - Gabriela Helena Geraldo Issa-Mendes/ Irinéa de Lourdes Batista (2018)</p>	<p>Neste trabalho os pesquisadores investigaram por meio de atividades de Modelagem Matemática elaboradas e desenvolvidas em um minicurso com alunos da graduação de Física e Matemática dos 1 e 2 anos, questões epistemológicas acerca de modelo matemático, modelagem, matematização e modelos científicos. Participaram do minicurso 20 de um total de 22 alunos que haviam iniciado. No início foram aplicados questionários para verificar os conhecimentos dos sujeitos em relação a física e matemática. Além dos questionários, foram aplicadas seis atividades de modelagem matemática que foram gravadas pelos pesquisadores enquanto os alunos resolviam. Os questionários e as gravações foram analisadas usando a Análise de Conteúdo.</p>
	<p>Aprender geometria em práticas de Modelagem Matemática: Uma compreensão fenomenológica - Dirceu dos Santos Brito/ Lourdes Maria Werle de Almeida (2018)</p>	<p>Neste trabalho os pesquisadores investigaram como alunos do sétimo e oitavo anos aprendem geometria durante atividades de Modelagem Matemática por meio da fenomenologia. O pesquisador elaborou três atividades de modelagem para desenvolver com alunos de duas turmas. Um turma de sétimo ano e outra turma de oitavo ano, ambas as turmas com aproximadamente 30 alunos. O pesquisador assumiu o papel do professor durante as atividades. Essa pesquisa se caracteriza como um pesquisa ação. Durante as atividades o pesquisador fez a filmagem dos alunos enquanto desenvolviam as atividades. Além disso o pesquisador solicitou aos alunos um relato individual de cada uma das atividades acerca de como cada um percebia sua aprendizagem. Após a coleta de dados o pesquisador iniciou a análise do material utilizando a fenomenologia para evidenciar as unidades e cenas significativas e os quadros de discursos. Estes elementos permitiram a elaboração dos núcleos de significados, permitindo a exploração das questões da pesquisa.</p>
	<p>Aprendizagem significativa em atividades de Modelagem Matemática - Cíntia da Silva/ Lourdes Maria Werle de Almeida (2018)</p>	<p>Motivados por questões acerca da Aprendizagem Significativa de Ausubel, neste trabalho os pesquisadores investigaram se atividades de Modelagem Matemática possibilitam esse tipo de aprendizagem. Os pesquisadores estavam interessados, mais especificamente, em verificar as três condições propostas por Ausubel para a Aprendizagem Significativa. Os sujeitos da pesquisa foram 44 alunos do curso de Licenciatura em Química da disciplina de Cálculo I. A pesquisadora inicialmente considerou que os alunos ainda não estavam familiarizados com atividades de modelagem. Por isso a pesquisadora se amparou nos trabalhos de Almeida e Dias (2004), para inserir gradativamente esse tipo de atividade. A primeira atividade foi conduzida pela pesquisadora e as demais realizadas pelos alunos em grupos, porém sempre</p>

		<p>sob a orientação da pesquisadora. No total foram oito grupos e cada grupo ficou com uma atividade. A pesquisadora destaca que orientava os alunos em horários extra-aula e que solicitou a cada equipe uma aula sobre o problema que resolveram. Foram coletados os áudios e os planos de ensino dos grupos, a pesquisadora também destaca que foram feitas anotações em seu diário de campo durante a pesquisa. A ferramenta de análise escolhida foi a Análise Textual Discursiva. Foram analisados os materiais produzidos e coletados de cinco das oito atividades. A pesquisadora explica que as atividades escolhidas estavam enquadradas no terceiro momento proposto por Almeida e Dias (2004). Com base nas análises os pesquisadores constaram que existem indícios de que a Modelagem Matemática proporciona a Aprendizagem Significativa.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Universidade Estadual de Maringá (UEM)</p>	<p>Tarefas de Modelagem Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental: um estudo com alunos alemães e brasileiros – Marli Schimitt Zanella/ Lillian Akemi Kato (2016)</p>	<p>Nesta tese os pesquisadores desejaram investigar como os estudantes compreendem as informações contidas nos enunciados de Modelagem Matemática e que idéias matemáticas são mobilizadas no desenvolvimento deste tipo de atividade. Neste trabalho a coleta de dados aconteceu em três diferentes frentes, onde duas partes da coleta de dados aconteceram no Brasil, e outra parte da coleta de dados, na Alemanha. No primeiro momento os pesquisadores desempenharam uma pesquisa piloto com trinta sujeitos do quarto e quinto ano do Ensino Fundamental de uma escola municipal. Neste primeiro momento, a pesquisa de cunho exploratório, permitiu a naturalização dos pesquisadores com o público e a retomada de alguns procedimentos. No segundo momento a pesquisa aconteceu na Alemanha com vinte sujeitos do quarto ano de uma escola primária, vale ressaltar que, este quarto ano corresponde ao quinto no Ensino Fundamental no Brasil. E em um último momento a pesquisa aconteceu novamente na mesma escola brasileira, porém, ao invés dos trinta sujeitos, participaram apenas nove sujeitos do quarto e quinto ano do Ensino Fundamental. Em todos os momentos os pesquisadores assumiram a conduta da pesquisa participante. A coleta de dados aconteceu por meio do diário de campo, dos materiais produzidos pelos sujeitos e as gravações de áudio feitas durante as atividades. Segundo os pesquisadores, a pesquisa se caracterizou como uma pesquisa qualitativa de caráter descritivo e interpretativo, onde os dados primeiramente passaram por uma organização e depois por uma análise do Ensino Fundamental pautada na Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud.</p>
	<p>A formação do professor reflexivo no contexto da modelagem matemática – Claudia Carreira da Rosa/ Lillian Akemi Kato (2013)</p>	<p>Neste trabalho os pesquisadores buscaram investigar as possibilidades da Modelagem Matemática no processo de reflexividade do professor em sala de aula. Os pesquisadores se amparam nas concepções de Professor Reflexivo de Dewey, Schön, Zeichner e Alarcão. Esta pesquisa se caracterizou como uma pesquisa do</p>

		<p>tipo estruturalista, visto que os pesquisadores empreenderam primeiramente um trabalho de categorização de Professor Reflexivo a partir das concepções assumidas. Munidos destas categorias, os pesquisadores iniciam a segunda parte do trabalho com os sujeitos. Os sujeitos da pesquisa foram dez professores de matemática de uma escola de Ensino Fundamental e Médio. A coleta de dados aconteceu em três momentos distintos. Em primeiro lugar os pesquisadores assumiram a postura de observadores durante as aulas dos sujeitos, fazendo anotações tanto das aulas como das notas de aulas. Este primeiro contato permitiu a delinear o perfil de cada sujeito da pesquisa. No segundo momento, os pesquisadores propuseram um curso de formação continuada de Modelagem Matemática aos sujeitos. Nesta fase a pesquisa passa a ser participante e os dados são coletados a partir dos registros escritos, áudios e diários de campo dos pesquisadores. A última coleta de dados aconteceu quando os sujeitos foram convidados a desenvolver atividades de Modelagem Matemática em suas respectivas turmas, sendo que a pesquisadora participou destas aulas como observadora. Na elaboração das duas categorizações, concepção de Professor Reflexivo e material coletado dos sujeitos, foi utilizada a Análise de Conteúdo de Bardin (2011).</p>
	<p>Equações diferenciais ordinárias no contexto dos registros de representação semiótica e da Modelagem Matemática – Michele Carvalho de Barros/ Lilian Akemi Kato (2017)</p>	<p>Nesta tese os pesquisadores buscaram investigar o processo de aprendizagem por meio da Teoria dos RRS (Registros de Representação Semiótica) de Duval acerca de situações que envolvessem EDOs. Os sujeitos da pesquisa foram vinte e sete alunos dos cursos de engenharias de uma universidade federal que participaram de um curso de extensão acerca de situações que envolvessem EDOs. Durante a elaboração das atividades, os pesquisadores empreenderam uma pesquisa bibliográfica em livros de EDOs e utilizaram a Engenharia Didática de Artigue para organizar as seqüência de situações. As situações propostas pelos pesquisadores aos sujeitos foram idealizadas sob a perspectiva da Modelagem Matemática. Para a análise dos dados os pesquisadores usaram os registros escritos dos sujeitos, as gravações de áudio e vídeo durante o curso e os registros de campo que os mesmos produziram durante as observações de campo. A análise dos dados foi pautada na Teoria dos RRS.</p>

Fonte: Os autores.

Neste período de dez anos foram realizadas pesquisas que abordaram desde questões epistemológicas até pesquisas empíricas com sujeitos acerca de Modelagem Matemática. Na maioria das teses, dezoito no total, os pesquisadores investigaram suas problemáticas a partir da análise de dados coletados durante o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática. A coleta de dados, de modo, geral, foi a partir dos registros escritos, gravações de áudio, gravações de vídeo e uso do diários de anotações dos pesquisadores. Alguns casos se destacam pelo uso de questionários e entrevistas semi estruturadas, porém sem deixar de usar os materiais suscitados.

Também destacamos que nestes dez anos foram defendidas no Paraná um total de vinte teses que abordaram questões relacionadas a Modelagem Matemática, sendo que metade destes trabalhos, um total de dez, oriundas do programa de Educação e Ensino de Ciências e Educação Matemática da UEL, sendo todas orientadas pela professora Lourdes Maria Werle de Almeida. Na sequência, temos quatro teses orientadas pelo professor Dionísio Burak e três teses orientadas pela professora Lilian Akemi Kato. Portando, além dos aspectos levantados para nossa pesquisa, este trabalho permitiu mapear a concentração das pesquisas de doutorado no Paraná nos últimos dez anos, bem como, que dados e metodologias se consolidaram nestas pesquisas durante este período.

O objetivo principal foi de conhecer e destacar as metodologias utilizadas para definir o que poderia ser utilizado em nossa pesquisa. O primeiro aspecto foi a importância do contato prévio com os sujeitos, seja, por meio de observações, ou ainda, por meio de questionários. Isso permite ao pesquisador conhecer os sujeitos e, nosso caso, buscar atividades de modelagem matemática que sejam interessantes para os mesmos.

Nestas pesquisas o uso de *softwares* se mostrou um recurso valioso, visto a organização e otimização de tempo proporcionados. Em nossa pesquisa precisaremos analisar as conversas dos alunos durante atividades de modelagem matemática, por meio destas leituras foi possível perceber que esse tipo de coleta de dados gera um volume alto de dados o que dificulta a análise. Para resolver esse problema o *Atlas ti* pode ser uma ferramenta que permite organizar com mais precisão e velocidade momentos das conversas que sejam úteis para a pesquisa.

É preciso pontuar também que, mesmo se tratando de programas de doutorado diferentes, existe uma forma consolidada quanto à coleta de dados. Apesar da variedade de instrumentos, temos a busca por aspectos de caráter qualitativo nestas pesquisas como outro fator consolidado.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em todas as teses foram utilizadas metodologias provenientes da Pesquisa Qualitativa. A justificativa dos pesquisadores é o potencial de investigar com detalhes suas questões, tentando esmiuçar o máximo possível os dados coletados. Por exemplo, nas pesquisas de Borssoi (2013), Tortola (2016), Kaviatkovski (2017), Pontes (2018) e Brito (2018), a partir da análise e descrição de um volume documental grande de relatos, várias outras questões, periféricas à questão principal da pesquisa, foram também discutidas.

Outra justificativa é a necessidade de perseguir, ou ainda, detalhar, o fato investigado, por isso as ferramentas escolhidas são advindas da Pesquisa Qualitativa. Por exemplo, com o objetivo de obter mais detalhes acerca dos desenvolvimentos das atividades pelos sujeitos Veronez (2013), Brito (2018) e Pontes (2018), solicitaram entrevistas ou ainda o preenchimento de questionários. Este processo de produção de mais dados, permitiu novos olhares durante o desenvolvimento da pesquisa.

Quanto às ferramentas de análise, destacamos o uso do software *Atlas ti* em Kaviatkovski (2017), Ferreira (2016), Borssoi (2013). Nestas pesquisas tem-se o uso do software *Atlas ti* para organizar os dados coletados durante a pesquisa. Como aponta Borssoi (2013), o *Atlas ti* é um recurso que permite facilitar o trabalho em pesquisas acadêmicas, principalmente, se tratando da organização e manipulação de dados. O software disponibiliza recursos como: extrair, categorizar

e interligar segmentos de informação de uma grande variedade e volume de fontes de documentos. (BORSSOI, 2013, pg 29).

Além disso, é interessante notar que o software *Atlas ti* se mostrou uma ferramenta importante tanto para uma pesquisa com três sujeitos (FERREIRA, 2016), quanto para uma pesquisa com um número maior de sujeitos, Borssoi (2013) e Silva (2018c), ou envolvendo relatos Kaviatkovski (2017). Destaque para o software *Apowersoft*, usado por Souza (2018) para capturar todos os detalhes dos alunos enquanto utilizavam os computadores. Essa ideia abre portas para investigações com ainda mais detalhes, pois o pesquisador por acompanhar além do áudio como os sujeitos utilizaram o computador.

Dada a intenção da dissertação de mestrado, destacamos as pesquisas que abordaram a análise de problemáticas a partir da análise de atividades de Modelagem Matemática, principalmente nas pesquisas onde os sujeitos eram, parcialmente ou totalmente, alunos do Ensino Superior (SOUZA, 2017; BARROS, 2017; SILVA, 2013; VERONEZ, 2013, VERTUAN; 2013, SILVA, 2018c; SOUZA, 2018). Em algumas destas pesquisas é possível perceber a importância dos questionários e entrevistas. Os questionários e as entrevistas permitiram a produção de mais dados ou ainda esmiuçar ainda mais os desenvolvimentos dos alunos nas atividades de Modelagem Matemática.

REFERÊNCIAS

- ANDRÉ, Marli. A jovem pesquisa educacional brasileira. **Revista Diálogo Educacional**, v. 6, n. 19, 2006.
- BARROS, Michele Carvalho de. **Equações diferenciais ordinárias no contexto dos registros de representação semiótica e da Modelagem Matemática**. 2017. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR, 2017.
- BORSSOI, Adriana Helena. **Modelagem Matemática, Aprendizagem Significativa e Tecnologias: articulações em diferentes Contextos Educacionais**. 2013. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual Londrina, Londrina/PR, 2013.
- BRITO, Dirceu dos Santos. **Aprender geometria em práticas de Modelagem Matemática: Uma compreensão fenomenológica**. 2018. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual Londrina, Londrina/PR, 2018.
- FERREIRA, Carlos Roberto. **A Modelagem Matemática na Educação Matemática como eixo metodológico da prática do professor de Matemática**. 2016. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa/PR, 2016.
- FERRUZI, Elaine Cristina. **Modelagem Matemática: um Estudo das Interações Sociais neste Contexto**. 2016. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual Londrina, Londrina/PR, 2016.
- FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- GONTIJO, Cleyton Hércules. Estratégias para o desenvolvimento da criatividade em matemática. **Linhas Críticas**, v. 12, n. 23, 2006.
- GONTIJO, Cleyton Hércules. Técnicas de criatividade para estimular o pensamento matemático. **Educação e Matemática**. n. 135, 2015.
- GONTIJO, Cleyton Hércules. **Relações Entre Criatividade, Criatividade Em Matemática E Motivação Em Matemática De Alunos Do Ensino Médio**. 2007. Tese. Universidade de Brasília – Instituto de Psicologia, Distrito Federal, Brasília. 2007.
- GONTIJO, Cleyton Hércules; SILVA, Erondina Barbosa da; CARVALHO, Rosália Policarpo Fagundes de. A criatividade e as situações didáticas no ensino e aprendizagem da matemática. **Linhas Críticas**, v. 18, n. 35, 2012.
- HESSEN, J. **Teoria do conhecimento**. trad. Antônio Correia. 7. ed. COIMBRA: Arménio Amado, 1980.
- HOUSER, Nathan. Semiotics and Philosophy. **Cognitio: Revista de Filosofia**, São Paulo, vol. 17, nº02, 313-336, jul/dez 2016.
- ISSA-MENDES, Gabriela Helena Geraldo. **Modelagem Matemática e Construção Epistemológica de Modelos Científicos: Uma abordagem para o Ensino de Física**. 2016. Tese (Doutorado em Física) – Universidade Estadual Londrina, Londrina/PR, 2016.

2018. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual Londrina, Londrina/PR, 2018.
- KAVIATKOVSKI, Marínes Avila De Chaves. **Práticas De Modelagem Matemática No Âmbito Do Ensino Fundamental: Um Olhar A Partir De Relatos De Experiência.** 2017. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa/PR, 2017.
- NEGRELLI, Leônia Gabardo. **Uma reconstrução epistemológica do processo de modelagem matemática para a educação (em)matemática.** 2008. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2008.
- PONTES, Helaine Maria de Souza. **Modelagem Matemática sob a ótica da teoria dos registros de representação semiótica e da educação dialógica.** 2018. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa/PR, 2018.
- ROSA, Claudia Carreira da. **A formação do professor reflexivo no contexto da modelagem matemática.** 2013. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR, 2013.
- SILVA, Cíntia da. **Aprendizagem significativa em Atividades de Modelagem Matemática.** 2018. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina/PR, 2018a.
- SILVA, Karina Alessandra Pessoa da. **Uma interpretação semiótica de atividades de Modelagem Matemática: implicações para a atribuição de significado.** 2008. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina/PR, 2013b.
- SILVA, Vantielen da. **Modelagem Matemática na formação inicial de pedagogos.** 2018. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa/PR, 2018c.
- SOUSA, Barbara Nivalda Palharini Alvim. **A Matemática em atividades de modelagem matemática.** 2017. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina/PR, 2017.
- SOUZA, Henrique Cristiano Thomas de. **Um olhar sobre o Fazer Modelagem Matemática à luz da filosofia de Wittgenstein.** 2018. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina/PR, 2018.
- SOUZA SANTOS, Boa Ventura Souza. de. **Um discurso sobre as ciências.** 4. ed. São Paulo: Cortez, 2006.
- TORTOLA, Emerson. **Configurações de modelagem matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental.** 2016. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual Londrina, Londrina/PR, 2016.
- TREMBLAY, Marc Adelard. Reflexões sobre uma trajetória pessoal pela diversidade dos objetos de pesquisa. In: POUPART, J.; DESLAURIERS, J. P.; GROULS, L. H.; LAPERRIÈRE, A.; MAYER, R.; PIRES, A. **A pesquisa quantitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**, 2ª ed. Petrópolis: Vozes, 2008, p.9-30.
- VELEDA, Gabriele Granada. **Avaliação para a aprendizagem em Modelagem Matemática na Educação Matemática: elementos para uma teorização.** 2018. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa/PR, 2018.
- VERONEZ, Michele Regiane Dias. **As funções dos signos em atividades de modelagem matemática.** 2013. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina/PR, 2013.
- VERTUAN, Rodolfo Eduardo. **Práticas de Monitoramento Cognitivo em Atividades de Modelagem Matemática.** 2013. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina/PR, 2013.
- ZANELLA, Marli Schimitt. **Tarefas de Modelagem Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: um estudo com alunos alemães e brasileiros.** 2016. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR, 2016.

Submetido em 20 de Agosto de 2019.
Aprovado em 13 de Março de 2020.